



Second Semester Examination
2024/2025 Academic Session

July/August 2025

BTT324/BTT403 – Biochemical Engineering
[Kejuruteraan Biokimia]

Duration: 2 hours
[Masa: 2 jam]

Please ensure that this examination paper contains SIX (6) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM (6) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions: Answer **FOUR (4)** out of **FIVE (5)** questions, in English or Bahasa Malaysia. Each question carries 25 marks.

[Arahan: Jawab **EMPAT (4)** daripada **LIMA (5)** soalan yang diberikan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia. Tiap-tiap soalan bernilai 25 markah.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

Should any candidate be caught cheating or in possession of materials not authorised to be brought into the Examination Hall during the examination, appropriate disciplinary action will be taken against the candidate concerned. In the event a candidate is found guilty of cheating, he/she can be expelled from the University.

[Sekiranya seseorang calon didapati meniru/menipu ataupun mempunyai bahan-bahan yang tidak dibenarkan dibawa ke dalam Dewan Peperiksaan semasa peperiksaan diadakan, tindakan disiplin yang sewajarnya akan dikenakan terhadap calon berkenaan. Jika seseorang calon didapati bersalah meniru/menipu beliau boleh disingkir dari Universiti.]

1. [a] Medium formulations in fermentation often involve specific ranges or proportions of ingredients to achieve desired results. Explain how these proportions in the medium formulation can be manipulated for studies in specific growth rates or specific metabolite production.

[Formulasi medium dalam fermentasi lazimnya melibatkan julat atau perkadaran bahan tertentu untuk mencapai hasil yang diinginkan. Terangkan bagaimana perkadaran ini boleh dimanipulasi untuk kajian dalam kadar pertumbuhan spesifik atau penghasilan metabolit spesifik.]

(10 marks / 10 markah)

- [b] Two common probes that are often used in a stirred tank bioreactor are the pH and dissolved oxygen probes. Describe the importance of these probes in a bioreactor. Correlate the effects of temperature on these probes and/or the parameters that are measured. Use appropriate graphs to show these correlations.

[Dua penderia lazim yang sering digunakan dalam bioreaktor tangki teraduk ialah penderia pH dan penderia oksigen terlarut. Huraikan kepentingan penderia ini dalam bioreaktor. Hubungkaitkan kesan suhu pada penderia ini dan/atau parameter yang diukur. Gunakan graf yang sesuai untuk menunjukkan perkaitan ini.]

(15 marks / 15 markah)

2. [a] Mathematically, define these terms in fermentation kinetics.
[Secara matematik, takrifkan istilah ini dalam kinetik fermentasi.]

- [i] Growth yield
[Hasil pertumbuhan]
- [ii] Product yield
[Hasil produk]
- [iii] Specific growth rate
[Kadar pertumbuhan spesifik]
- [iv] Specific production rate
[Kadar penghasilan spesifik]
- [v] Dilution rate
[Kadar pencairan]

(10 marks / 10 markah)

- [b] The chemostat maintains a specific cell density by controlling the dilution rate and the concentration of a limiting nutrient in the feed. Using the appropriate mathematical expression, explain how the cell density can remain constant while being independent of the dilution rate.
[Kemostat mengekalkan ketumpatan sel tertentu dengan mengawal kadar pencairan dan kepekatan nutrien terhad dalam suapan. Menggunakan ungkapan matematik yang sesuai, huraikan bagaimana ketumpatan sel boleh kekal malar di samping tidak bergantung kepada kadar pencairan.]

(15 marks / 15 markah)

3. [a] Volumetric oxygen transfer coefficient, k_La , can be influenced by various operating parameters and physico-chemical properties of fermentation broth. Explain the effect of the following factors on k_La .

[Pekali isipadu pemindahan oksigen, k_La , boleh dipengaruhi oleh pelbagai parameter operasi dan sifat fizik kimia kaldu fermentasi. Terangkan kesan faktor berikut ke atas k_La .]

k_L : mass transfer coefficient at the liquid phase
[k_L : pekali pemindahan jisim pada fasa cecair]

a : interfacial area
[a : kawasan antara muka]

[i] Agitation
[Pengadukan]

[ii] Surfactant
[Surfaktan]

(10 marks / 10 markah)

- [b] Scaling up process must follow certain rules and criteria. Analyse the challenges in the scaling up process.

[Proses peningkatan skala mesti mengikut peraturan dan kriteria tertentu. Berikan analisis cabaran dalam proses peningkatan skala.]

(15 marks / 15 markah)

4. [a] With the aid of a diagram, explain the relationship of oxygen uptake rate with cell growth in a batch culture.
[Dengan bantuan suatu gambar rajah, terangkan perkaitan kadar pengambilan oksigen dengan pertumbuhan sel dalam kultur kelompok.]

(10 marks / 10 markah)

- [b] You want to scale up a fungal fermentation process from 5 L fermenter to a 20 L fermenter on the basis of a constant Reynolds number. The viscosity and density of the fermentation broth are 80 Pa.s and 1000 kg/m³, respectively. The fungal culture is agitated at 300 rpm in the 5 L fermenter using a Rushton turbine impeller. You have conducted different fermentations at agitation rates of 50, 100, 200 and 300 rpm in a 20 L fermenter. Based on a constant Reynold's number, determine which agitation rate is the most suitable to be applied in the 20 L bioreactor? Justify your answer.
[Anda ingin meningkatkan skala bagi proses fermentasi kulat daripada fermenter 5 L kepada fermenter 20 L berdasarkan nombor Reynold's malar. Kelikatan dan ketumpatan kaldu fermentasi adalah 80 Pa.s dan 1000 kg/m³, setiap satunya. Kultur kulat diaduk pada 300 rpm dalam fermenter 5 L menggunakan pengaduk turbin Rushton. Anda telah menjalankan fermentasi berbeza pada kadar pengadukan 50, 100, 200 dan 300 rpm dalam fermenter 20 L. Berdasarkan nombor Reynolds malar, tentukan kadar pengadukan yang paling sesuai digunakan dalam fermenter 20 L? Berikan justifikasi jawapan anda.]

Impeller diameter of 5 L fermenter, $D_i = 59$ mm
[Diameter pengaduk bagi fermenter 5 L, $D_i = 59$ mm]

Impeller diameter of 20 L fermenter, $D_i = 76$ mm
[Diameter pengaduk bagi fermenter 20 L, $D_i = 76$ mm]

Other than constant Reynolds number, state **TWO (2)** other factors that can be used as a scale up basis.
[Selain nombor Reynolds malar, nyatakan **DUA (2)** lagi faktor yang boleh digunakan sebagai asas peningkatan skala.]

(15 marks / 15 markah)

...6/-

5. [a] Non-ideal flow in a bioreactor means the actual flow patterns deviate from the idealized models like plug flow reactor (PFR) or continuous stirred-tank reactor (CSTR). Using the appropriate diagrams, explain **TWO (2)** causes of non-ideal flows in a bioreactor and their effects on reaction efficiency and product quality *[Aliran tak unggul dalam bioreaktor bermaksud corak aliran sebenar menyimpang daripada model unggul seperti reaktor aliran palam (PFR) atau reaktor tangki teraduk selanjar (CSTR). Menggunakan gambar rajah yang sesuai, terangkan DUA (2) punca aliran tak unggul dalam bioreaktor dan kesannya kepada kecekapan tindak balas dan kualiti produk.]*

(10 marks / 10 markah)

- [b] Enzymatic activity is regulated through various mechanisms in the cell to ensure catalysis occurs on the target substrates at the right locations and reaction rates. Examine how similar mechanisms can be exploited and applied in fermentation. *[Aktiviti enzim dikawalatur melalui pelbagai mekanisme dalam sel untuk memastikan pemangkinan berlaku pada substrat sasaran pada lokasi dan kadar tindak balas yang betul. Periksa bagaimana mekanisme serupa boleh dieksploitasi dan digunakan dalam fermentasi.]*

(15 marks / 15 markah)